

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-134484

(43)Date of publication of application : 10.05.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
C23C 16/458
H01L 21/205

(21)Application number : 2000-318994

(71)Applicant : ASM JAPAN KK

(22)Date of filing : 19.10.2000

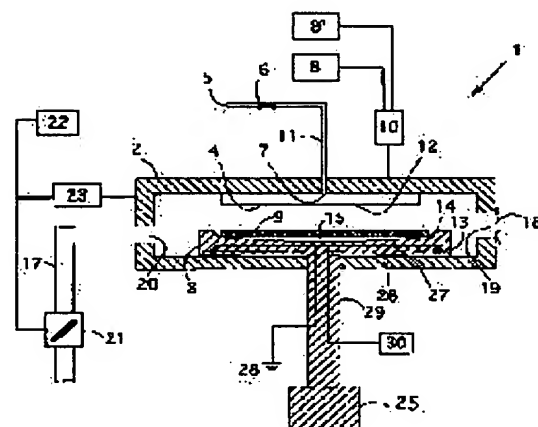
(72)Inventor : SATO KIYOSHI
ARAI HIROTAKA

(54) SEMICONDUCTOR SUBSTRATE HOLDING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To give a substrate-holding device for forming a film, having a uniform film thickness without the occurrence of warpages or distortions of a substrate.

SOLUTION: A semiconductor substrate is held in a reaction chamber for evacuation into vacuum and heating. A recess inclined from a periphery toward a central direction is provided on a substrate-holding surface of the substrate holding device, the substrate is held in a state, in which only the rear surface peripheral edge is contacted with the oblique surface of the recess, and the recess is formed so that the interval between the center and the substrate becomes a prescribed distance. The oblique surface of the recess may be preferably formed of a conical surface made of a part of a spherical surface.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is equipment with which it is the semi-conductor substrate supporting structure which holds and heats a semi-conductor substrate in the reaction chamber by which evacuation was carried out, and the crevice which consists of the hollow which inclines toward the direction of a core from a periphery is prepared on a substrate maintenance side, and said semi-conductor substrate is formed so that only a rear-face periphery part may serve as a distance predetermined [are held where the inclined plane of said crevice is contacted, and / crevice / said] in spacing of the core and said semi-conductor substrate.

[Claim 2] It is equipment said whose inclined plane it is equipment according to claim 1, and is a part of spherical surface.

[Claim 3] It is equipment said whose inclined plane it is equipment according to claim 1, and is a conical surface.

[Claim 4] It is equipment with which it is equipment according to claim 1, and said crevice consists of a ramp and a flat part.

[Claim 5] It is equipment said whose predetermined spacing it is equipment according to claim 1, and is 0.05mm - 0.3mm.

[Claim 6] Equipment with which it is equipment according to claim 1, and the heating element is further laid underground down said crevice.

[Claim 7] Equipment with which the metal body which is equipment according to claim 6, is the lower part of said crevice further, and forms an RF electrode above said heating element is laid underground.

[Claim 8] Equipment which has the lip section which is equipment according to claim 1 and projected in the shape of a ring in the surface periphery further.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] The invention in this application relates to the semi-conductor substrate supporting structure which has the description in the shape of [holding especially a semi-conductor substrate] surface type about the semi-conductor substrate supporting structure which holds and heats a semi-conductor substrate in the reaction chamber by which evacuation was carried out.

[0002]

[Description of the Prior Art] the former and a CVD system -- a silicon substrate or glass substrate top -- conductors, such as insulator layers, such as silicon oxide, a silicon nitride, amorphous carbon, or a benzene ring content polymer, tungsten silicide, titanium nitride, or an aluminium alloy, -- the high dielectric film containing the film and PZT ($\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$), or BST ($\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$) has been formed.

[0003] In order to form these film, generally the reduced pressure heat CVD method and the plasma-CVD method are used. However, in the reduced pressure heat CVD method, in order to expose a semi-conductor substrate to an elevated temperature 700 degrees C or more, the electrical property of a semiconductor device changed with thermal loads, and the problem that it does not operate as a design has arisen. In connection with high integration of a semiconductor device in recent years, the problem of a thermal load is more serious still. Then, the plasma-CVD method for reducing the thermal load to a substrate by processing a semi-conductor substrate at low temperature more is becoming in use.

[0004] Generally with plasma-CVD equipment, heating maintenance of the substrate is carried out from about 250 degrees C by the ceramic heater heated from 300 degrees C to 650 degrees C at 600 degrees C. The ceramic heater serves as the susceptor which holds a substrate directly. A ceramic heater lays a resistance heating element and an RF electrode underground into the base which consists of aluminium nitride (AlN). The RF electrode is laid under the location of a divisor 100 - 1000 micrometers of numbers from the heater up front face which contacts a semi-conductor substrate and directly.

[0005] Conventionally, the following is reported about the shape of surface type of a ceramic heater. The ceramic heater by which the United States patent number No. 5231690, the United States patent number No. 5968379, and JP,2000-114354,A were made to the front face flat and smooth so that a ceramic heater front face and a substrate rear face might contact completely is indicated. According to this, heat is efficiently conducted from a ceramic heater to a substrate. On the other hand, the crevice of aperture smaller than a substrate diameter is formed in a ceramic heater front face, and the ceramic heater of performing contact to a substrate rear face and a ceramic heater only in the substrate rear-face periphery section is indicated by the United States patent number No. 5306895, patent No. 2049039, and JP,7-238380,A. In order to perform heat conduction from a ceramic heater to a substrate only from the substrate periphery section according to this, low temperature-ization of the substrate periphery section is prevented.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since heat flows into a substrate rear face quickly from a ceramic heater immediately after laying a substrate in a ceramic heater front face when a front face is the ceramic heater finished flat and smooth, only a substrate rear face expands and curvature arises. Heat conduction from a ceramic heater becomes small rapidly by curvature. For several minutes is taken to solve the curvature of a substrate and to become flat, and for several more minutes is required for a substrate to reach desired temperature. After a substrate is laid in a ceramic heater as a result before starting membrane formation processing, time amount is taken, and when it is the semiconductor fabrication machines and equipment of single wafer processing, productivity falls remarkably. If heating time of a substrate is shortened, since the film is formed in the condition that a substrate does not reach predetermined reaction

temperature, the film of the property as a design will not be obtained. If plasma discharge is started after the substrate has curved, and membrane formation processing is performed, plasma energy will concentrate on the substrate periphery section projected in discharge space, and thickness will become an ununiformity over the whole substrate.

[0007] In the case of the ceramic heater which, on the other hand, formed the crevice of aperture smaller than a substrate diameter in the front face, since it is generated only from the periphery section rear face of a substrate and heat conduction to a substrate can make small the heat flow rate close rate to a substrate, the curvature of a substrate is canceled. However, when the aperture of a crevice is small, the part which the area which a ceramic heater front face and a substrate rear face contact became large, and touches is heated quickly locally, and carries out heat expansion. It deforms into the form where the substrate was distorted on the whole as a result. Conversely, although it will be lost that a substrate rear face is heated quickly if the aperture of a crevice takes a big step toward a substrate diameter, the danger that the edge of a substrate will fall is in the crevice of a ceramic heater. If a substrate is laid in the location [core / of a ceramic heater] shifted by the location gap at the time of substrate conveyance etc., the end of a substrate will fall in a crevice and it will be in the condition that the opposite edge projected up and inclined. If plasma treatment is started in this condition, concentration (the so-called arc) of unusual plasma energy will arise, it becomes impossible to maintain normal plasma discharge, and on a substrate, thickness is uneven and the film with an unusual property is formed.

[0008] Therefore, the purpose of this invention is giving the substrate supporting structure by which the curvature of a substrate or distortion does not arise but the uniform film of thickness is formed.

[0009] Moreover, other purposes of this invention are giving the substrate supporting structure which heats a semi-conductor substrate to desired temperature quickly, and raises the productivity of semiconductor fabrication machines and equipment.

[0010] Furthermore, other purposes of this invention are offering the substrate supporting structure which prevents abnormality discharge of the plasma and gives membrane formation processing stable in process.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the semi-conductor substrate supporting structure concerning this invention consists of the following means.

[0012] The crevice where the semi-conductor substrate supporting structure which holds and heats a semi-conductor substrate in the reaction chamber by which evacuation was carried out consists of the hollow which inclines toward the direction of a core from a periphery on a substrate maintenance side is prepared, and only a rear-face periphery part is held where the inclined plane of a crevice is contacted, and as for a semi-conductor substrate, it is formed so that a crevice may serve as a distance predetermined in spacing of the core and semi-conductor substrate.

[0013] Suitably, you may be a conical surface although the inclined plane of a crevice is a part of spherical surface.

[0014] Specifically, predetermined spacing of the core of a crevice and a semi-conductor substrate is 0.05mm - 0.3mm.

[0015] Suitably, a semi-conductor substrate processor has the lip section which projected in the shape of a ring in the surface periphery.

[0016]

[The mode of implementation of invention] Hereafter, the invention in this application is explained with a drawing.

[0017] Drawing 1 is the cross-section sketch of the suitable example of the plasma-CVD equipment containing the substrate supporting structure concerning this invention. The plasma-CVD equipment 1 for forming a thin film on a semi-conductor substrate is countered and installed in the ceramic heater 3 and this ceramic heater 3 for being in a reaction chamber 2 and this reaction chamber 2, and laying the semi-conductor substrate 9, and consists of the shower head 4 for injecting reactant gas to homogeneity at the semi-conductor substrate 9, and the exhaust port 20 for exhausting the reaction chamber 2 interior.

[0018] Opening 19 is formed in the side face of a reaction chamber 2, and the reaction chamber 2 concerned is connected with the conveyance room (not shown) for minding a gate valve 18, and carrying in and taking out the semi-conductor substrate 9.

[0019] Being in a reaction chamber 2, the ceramic heater 3 for laying the semi-conductor substrate 9 consists of the ceramic base 13 by which sintering manufacture was carried out. As a material of the ceramic base 13, the ceramic of the nitride which had endurance in the active species of a fluorine or a chlorine system, or an oxide is mentioned. Although the ceramic base 13 consists of alumimium nitride suitably, you

may be an aluminum oxide or a magnesium oxide. The front face 14 of a ceramic heater 3 forms the crevice 15 which consists of the hollow which is missing from a core and inclines from a periphery so that it may explain to a detail later. A substrate 9 is held after the rear-face periphery section has carried out line contact with the inclined plane of the crevice 15 of a ceramic heater 3. A crevice 15 is formed so that spacing of the core and semi-conductor substrate 9 may serve as a predetermined distance. The ceramic heater 3 is connected to the drive 25 for moving the ceramic heater 3 concerned up and down through a base material 29.

[0020] The heating element 26 of a resistance exoergic mold is laid under the interior of a ceramic heater 3, and it connects with the external power (not shown) and the temperature selector 30. A heating element 26 is controlled to heat a ceramic heater 3 with a temperature selector 30 at desired temperature (from 300 degrees C to 650 degrees C). The tungsten which is a refractory metal as a material of a heating element 26 is suitable.

[0021] Between the front face of a ceramic heater 3, and the heating element 26, the reticulated or flat mesh-like metal body 27 which forms a plasma discharge electrode is laid underground. Although this metal body 27 is carried out touch-down 28 suitably, it is also connectable with an RF generator. You may be molybdenum although the tungsten which is a refractory metal as a material of a metal body 27 is suitable.

[0022] It is in a reaction chamber 2 and the shower head 4 is installed in the above-mentioned ceramic heater 3 and the location which counters. Thousands of pores (not shown) for spouting reactant gas to a substrate 9 are prepared in the inferior surface of tongue 12 of this shower head. The shower head 4 concerned may be grounded when connecting an RF generator to a metal body 27, although it connects with the high-frequency oscillator (8 8') electrically through the matching circuit 10 suitably. The shower head 4 forms another electrode of plasma discharge. A high-frequency oscillator (8 8') generates two high-frequency power, 13.56MHz and 300-450kHz, different, respectively. These two high-frequency power is compounded in the matching circuit 10 interior, and is supplied to the shower head 4. The reactant gas installation tubing 11 for introducing reactant gas is connected to the shower head 4. Reactant gas installation tubing can form only the number according to the class of reactant gas, and they are unified by one gas installation tubing and connected to the shower head. The end of the reactant gas installation tubing 11 forms the reactant gas inflow port 5 for slushing reactant gas, and the other end forms the reactant gas outflow port 7 for flowing gas into the shower head. In the middle of reactant gas installation tubing, the mass-flow-rate controller (not shown) and the bulb 6 are formed.

[0023] The exhaust port 20 is established in the interior of a reaction chamber 2, and this exhaust port 20 is connected to the evacuation pump (not shown) through piping 17. The conductance modulating valve 21 for adjusting the pressure of the reaction chamber 2 interior is formed in the middle of the exhaust port 20 and the vacuum pump. This conductance modulating valve 21 is electrically connected to the external control unit 22. The pressure gage 23 for measuring the pressure of the reaction chamber 2 interior suitably is formed, and this pressure gage 23 is electrically connected to the control unit 22.

[0024] Next, it explains in full detail about a ceramic heater 3. Drawing 2 expands the ceramic heater 3 used by drawing 1. The ceramic heater 3 concerning this invention consists of the cylindrical ceramic base 13 with a thickness of 15mm - 25mm for the diameter of 220mm - 250mm suitably, and the crevice 15 which consists of a hollow is established in the substrate maintenance side 31. A crevice 15 consists of the inclined plane 24 which is missing from a core and inclines from the periphery of the substrate maintenance side 31. Suitably, although an inclined plane 24 consists of some balls with a radius of curvature of about 51000mm, it can also use the ball of the other radius of curvature. The semi-conductor substrate 9 contacts a ceramic heater only in the periphery section 16 of the rear face. Therefore, the contact to the semi-conductor substrate 9 and a ceramic heater turns into line contact. Although the distance A between the semi-conductor substrate 9 and the core of the substrate maintenance side 31 is 0.05mm - 0.3mm, it is 0.1mm - 0.2mm suitably. It is possible to maintain distance A to a value predetermined by changing the radius of curvature of an inclined plane 24 according to the diameter of the substrate processed.

[0025] The ring-like lip 32 is formed in the surface periphery of a ceramic heater 3 so that the semi-conductor substrate 9 may be surrounded. The upper limit 33 of a lip 32 and the front face of the semi-conductor substrate 9 are formed so that it may become the same height. This is for preventing that the plasma concentrates the plasma potential from the shower head to either by considering as this potential.

[0026] The above-mentioned heating element 26 and the above-mentioned metal body 27 are laid under the interior of a ceramic heater 3. The metal body 27 which forms one side of an RF electrode is laid under the location of depth B from the point of contact of the substrate maintenance side 31 and a substrate 9. Although depth B is 0.5mm - 2mm, it is 0.7mm - 1.2mm suitably.

[0027] Drawing 3 shows other examples of the ceramic heater 3 concerning this invention. A different point from the example of drawing 2 is a point of having crevice 15' to which substrate maintenance side 31' changes from the hollow 35 of a cone form. The semi-conductor substrate 9 contacts a ceramic heater only in the periphery section 16 of the rear face. The distance A of the semi-conductor substrate 9 and the core of crevice 15' is the same as that of the example of drawing 2.

[0028] Drawing 4 shows other examples of the ceramic heater 3 concerning this invention. a different point from the example of drawing 2 -- the substrate maintenance side 31 -- it is the point of having 'crevice 15' which consists of the hollow 39 where 'consists of a ramp 36 and a flat part 37'. Although a ramp 36 is a part of conical surface suitably, a part of spherical surface is sufficient as it. The semi-conductor substrate 9 contacts a ramp 36 only in the periphery section 16 of the rear face. The distance A of the semi-conductor substrate 9 and a flat part 37 is the same as that of the example of drawing 2. When the diameter of the semi-conductor substrate 9 is the large-sized substrate which is about 300mm according to this example, even if it makes distance A small, the inclination of a ramp 36 can be enlarged comparatively.

[0029] Drawing 5 shows other examples of the ceramic heater 3 concerning this invention. The ceramic heater 40 given in drawing 5 is designed for reduced pressure heat CVD systems. Therefore, the lip section for preventing plasma concentration is not prepared. substrate maintenance side 31' -- it has 'crevice 15' to which 'changes from the hollow of the spherical surface suitably'. Crevice 15''' can also consist of a conical surface. The semi-conductor substrate 9 contacts substrate maintenance side 31''' only in the periphery section 16 of the rear face. The distance A of the semi-conductor substrate 9 and crevice 15''' is the same as that of the example of drawing 2.

[0030]

[Example] The experimental result which formed the silicon nitride film on the semi-conductor substrate hereafter using the plasma-CVD equipment shown in drawing 1 is explained.

[0031] First, the ceramic heater 3 was held at 600 degrees C with the resistance heating element 26, and the semi-conductor substrate 9 was heated from 540 degrees C to 550 degrees C. The mixed gas of SiH₄ gas and N₂ gas was introduced from piping 5, and reactant gas was blown off from the shower head 4 toward the semi-conductor substrate 9. The internal pressure of a reaction chamber 2 was uniformly controlled in the range of 4 - 9Torr based on the pressure measured by the manometer 23 by controlling the opening of the conductance modulating valve 21 by the control unit 22. The high-frequency power of 400W was impressed to the shower head 4 through the matching circuit 10 by 13.56MHz, and the plasma discharge field was formed between the shower head 4 and a ceramic heater 3.

[0032] 100nm of silicon nitride films was formed in the semi-conductor substrate front face in 1 minute as a result of this experiment. After laying the semi-conductor substrate on the ceramic heater, formation of a silicon nitride film has been started after about 20 seconds. Dispersion in thickness is below **1.5% (percent notation of the value which subtracted the minimum value from maximum and **(ed) the 1/2 by the average) in the whole semi-conductor substrate, and by using the ceramic heater of this invention showed that the very uniform film was formed.

[0033]

[Effect] According to the semi-conductor substrate supporting structure according to this invention, since only the rear-face periphery section of a semi-conductor substrate carried out line contact with the crevice inclined plane of a ceramic heater, since heat flowed only from the outermost periphery of a semi-conductor substrate and moved in the direction of a core, it was able to be lost that the curvature of a substrate or distortion arises of it, and it was able to attain uniform membrane formation processing of thickness.

[0034] Moreover, since according to the semi-conductor substrate supporting structure according to this invention only the rear-face periphery section of a semi-conductor substrate carried out line contact with the crevice inclined plane of a ceramic heater, the curvature of a substrate or distortion did not arise and heat moved in the direction of a core quickly from the outermost periphery of a semi-conductor substrate, the semi-conductor substrate was able to be quickly heated to desired temperature, and the productivity of semiconductor fabrication machines and equipment was able to be raised.

[0035] According to the semiconductor fabrication machines and equipment which furthermore follow this invention, since the lip section was formed in that only the rear-face periphery section of a semi-conductor substrate carries out line contact with the crevice inclined plane of a ceramic heater, and a surface periphery, omission of a semi-conductor substrate and abnormality discharge of the plasma were prevented, and membrane formation processing stable in process was able to be attained.

[Translation done.]

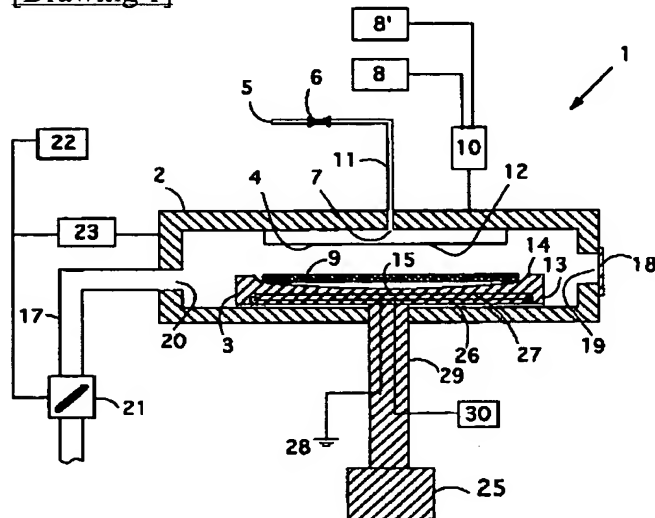
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

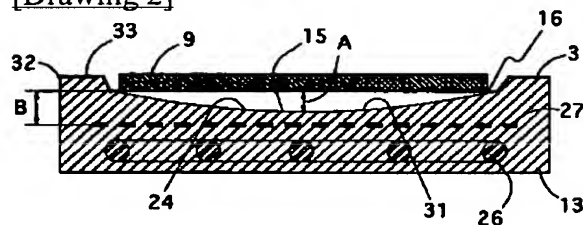
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

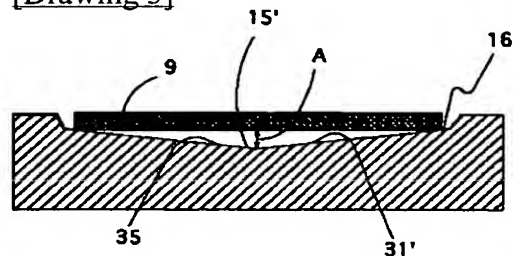
[Drawing 1]



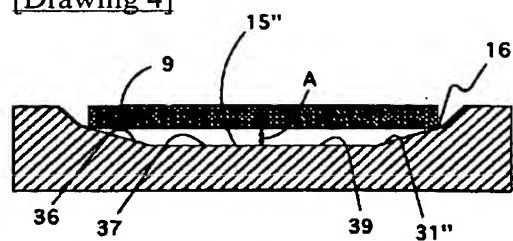
[Drawing 2]



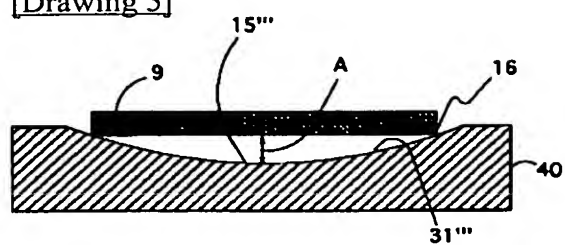
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-134484
(P2002-134484A)

(43) 公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームト* (参考)

H 0 1 L 21/31

H 0 1 L 21/31

B 4 K 0 3 0

C 2 3 C 16/458

C 2 3 C 16/458

5 F 0 4 5

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-318994(P2000-318994)

(22) 出願日 平成12年10月19日 (2000. 10. 19)

(71) 出願人 000227973

日本エー・エス・エム株式会社
東京都多摩市永山6丁目23番1

(72) 発明者 佐藤 清志

東京都多摩市永山6丁目23番1 日本エー・
エス・エム株式会社内

(72) 発明者 荒井 宏貴

東京都多摩市永山6丁目23番1 日本エー・
エス・エム株式会社内

(74) 代理人 100069899

弁理士 竹内 澄夫 (外1名)

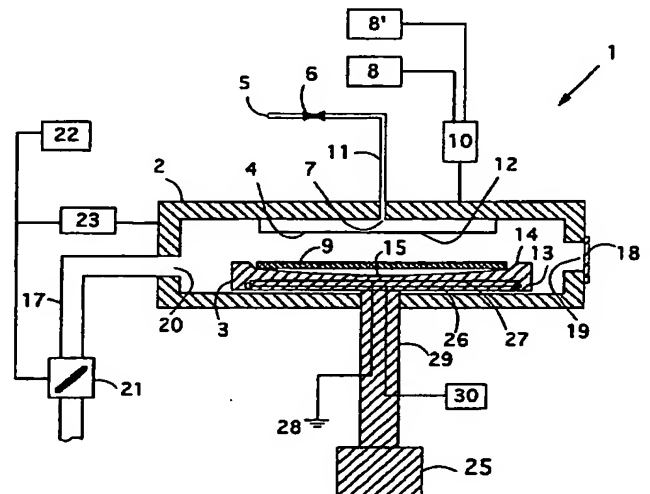
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体基板保持装置

(57) 【要約】

【課題】 基板の反り若しくは歪みが生じず膜厚の均一な膜が成膜される基板保持装置を与える。

【解決手段】 真空排気された反応チャンパ内で半導体基板を保持しかつ加熱する半導体基板保持装置が与えられる。当該半導体基板保持装置の基板保持面上には周辺部から中心方向へ向かって傾斜する窪みから成る凹部が設けられ、半導体基板は裏面周縁部分のみが凹部の傾斜面と接触した状態で保持され、凹部はその中心と半導体基板との間隔が所定の距離となるように形成される。凹部の傾斜面は好適には球面の一部から成るが円錐面から成ることもできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空排気された反応室内で半導体基板を保持しかつ加熱する半導体基板保持装置であって、基板保持面上には周辺部から中心方向へ向かって傾斜する窪みから成る凹部が設けられ、前記半導体基板は裏面周縁部分のみが前記凹部の傾斜面と接触した状態で保持され、前記凹部はその中心と前記半導体基板との間隔が所定の距離となるように形成されるところの装置。

【請求項2】 請求項1に記載の装置であって、前記傾斜面は球面の一部であるところの装置。

【請求項3】 請求項1に記載の装置であって、前記傾斜面は円錐面であるところの装置。

【請求項4】 請求項1に記載の装置であって、前記凹部は傾斜部と平坦部とから成るところの装置。

【請求項5】 請求項1に記載の装置であって、前記所定の間隔は0.05mm〜0.3mmであるところの装置。

【請求項6】 請求項1に記載の装置であって、さらに前記凹部の下方に発熱体が埋設されているところの装置。

【請求項7】 請求項6に記載の装置であって、さらに前記凹部の下方であって前記発熱体の上方に高周波電極を形成する金属体が埋設されているところの装置。

【請求項8】 請求項1に記載の装置であって、さらに表面周辺部においてリング状に突起したリップ部を有するところの装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本願発明は真空排気された反応室内で半導体基板を保持しかつ加熱する半導体基板保持装置に関し、特に半導体基板を保持する表面形状に特徴を有する半導体基板保持装置に関する。

【0002】

【従来技術】 従来、CVD装置によって、シリコン基板上若しくはガラス基板上に、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、アモルファスカーボン若しくはベンゼン環含有重合体などの絶縁膜、タングステンシリサイド、チタンナイトライド若しくはアルミニウム合金等の導体膜及びPZT(PbZr_{1-x}Ti_xO₃)若しくはBST(Ba_xSr_{1-x}TiO₃)等を含む高誘電膜が形成されてきた。

【0003】 これらの膜を形成するために、一般に減圧熱CVD法とプラズマCVD法が使用されている。しかし、減圧熱CVD法では半導体基板を700℃以上の高温に晒すため熱負荷により半導体素子の電気特性が変化し設計通りに動作しないという問題が生じている。近年の半導体デバイスの高集積化に伴い熱負荷の問題は益々深刻となっている。そこでより低温で半導体基板を処理することで基板への熱負荷を低減させるプラズマCVD法が主流になってきている。

【0004】 一般的にプラズマCVD装置では300℃から650℃に加熱されたセラミックヒータにより基板は約250℃から600℃に加熱保持される。セラミックヒータは基板

を直接保持するサセプタを兼ねている。セラミックヒータは窒化アルミニウム(AlN)から成る基体中に抵抗発熱体及び高周波電極を埋設したものである。高周波電極は半導体基板と直接接触するヒータ上部表面から約数百〜数千μmの位置に埋設されている。

【0005】 従来、セラミックヒータの表面形状に関して以下のようなものが報告されている。米国特許番号第5231690号、米国特許番号第5968379号及び特開2000-114354には、セラミックヒータ表面と基板裏面とが完全に接触するよう表面が平滑に仕上げられたセラミックヒータが開示されている。これによれば熱はセラミックヒータから基板に効率的に伝導される。一方、米国特許番号第5306895号、特許第2049039号及び特開平7-238380には、セラミックヒータ表面に基板直径より小さい口径の凹部を形成し基板裏面とセラミックヒータとの接触を基板裏面周縁部でのみ行うというセラミックヒータが開示されている。これによればセラミックヒータから基板への熱伝導を基板周縁部からのみ行うため基板周縁部の低温化が防止される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 表面が平滑に仕上げられたセラミックヒータの場合、基板がセラミックヒータ表面に載置された直後にセラミックヒータから基板裏面へ急速に熱が流入するため、基板裏面のみが膨張し反りが生じる。反りによってセラミックヒータからの熱伝導は急激に小さくなる。基板の反りが解消して平坦になるまで数分間を要し、基板が所望の温度に達するにはさらに数分間を要する。この結果基板がセラミックヒータに載置されてから成膜処理を開始するまでに時間が掛かり枚葉式の半導体製造装置の場合生産性が著しく低下する。基板の加熱時間を短くすると、基板は所定の反応温度に達しない状態で膜が形成されるため設計通りの性質の膜が得られない。基板が反った状態でプラズマ放電を開始し成膜処理を行うと放電空間内で突出している基板周縁部にプラズマエネルギーが集中してしまい基板全体にわたって膜厚が不均一になる。

【0007】 一方、表面に基板直径より小さい口径の凹部を形成したセラミックヒータの場合、基板への熱伝導は基板の周縁部裏面のみから生じることから基板への熱流入速度を小さくできるので基板の反りは解消される。しかし、凹部の口径が小さい場合、セラミックヒータ表面と基板裏面とが接触する面積が大きくなり接触している部位が局所的に急速に加熱されて熱膨脹する。その結果基板が全体的に歪んだ形に変形する。逆に凹部の口径が大きき基板直径に近づくと基板裏面が急速に加熱されることは無くなるが、セラミックヒータの凹部に基板の端部が落ちてしまう危険性がある。基板搬送時の位置ずれ等によって基板がセラミックヒータの中心からずれた位置に載置されると凹部内に基板の一端が落ち込み対向端が上方に突出して傾斜した状態となってしまう。この

状態でプラズマ処理を開始すると異常なプラズマエネルギーの集中（いわゆるアーク）が生じ、正常なプラズマ放電が維持できなくなり基板上には膜厚が不均一で性質の異常な膜が形成される。

【0008】したがって本発明の目的は、基板の反り若しくは歪みが生じず膜厚の均一な膜が成膜される基板保持装置を与えることである。

【0009】また本発明の他の目的は、半導体基板を急速に所望の温度まで加熱し半導体製造装置の生産性を高める基板保持装置を与えることである。

【0010】さらに本発明の他の目的は、プラズマの異常放電を防止しプロセス的に安定な成膜処理を与える基板保持装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る半導体基板保持装置は以下の手段から成る。

【0012】真空排気された反応室内で半導体基板を保持しつつ加熱する半導体基板保持装置は、基板保持面上に周辺部から中心方向へ向かって傾斜する窪みから成る凹部が設けられ、半導体基板は裏面周縁部分のみが凹部の傾斜面と接触した状態で保持され、凹部はその中心と半導体基板との間隔が所定の距離となるように形成される。

【0013】好適には、凹部の傾斜面は球面の一部であるが、円錐面であってもよい。

【0014】具体的には、凹部の中心と半導体基板との所定の間隔は0.05mm～0.3mmである。

【0015】好適には、半導体基板処理装置は表面周辺部においてリング状に突起したリップ部を有する。

【0016】

【発明の実施の態様】以下、本願発明を図面とともに説明する。

【0017】図1は本発明に係る基板保持装置を含むプラズマCVD装置の好適実施例の断面略示図である。半導体基板上に薄膜を形成するためのプラズマCVD装置1は、反応室2と、該反応室2内にあって半導体基板9を載置するためのセラミックヒータ3と、該セラミックヒータ3に対向して設置され、半導体基板9に反応ガスを均一に噴射するためのシャワーヘッド4と、反応室2内部を排気するための排気口20とから成る。

【0018】反応室2の側面には開口部19が設けられており、当該反応室2はゲートバルブ18を介して半導体基板9を搬入及び搬出するための搬送室（図示せず）と接続されている。

【0019】反応室2内にあって、半導体基板9を載置するためのセラミックヒータ3は焼結製作されたセラミック基体13から成る。セラミック基体13の素材としては、フッ素や塩素系の活性種に耐久性をもった窒化物若しくは酸化物のセラミックが挙げられる。セラミック基体13

は好適には窒化アルミニウムから成るが、酸化アルミニウムまたは酸化マグネシウムであっても良い。後に詳細に説明するように、セラミックヒータ3の表面14は周辺部から中心部にかけて傾斜する窪みから成る凹部15を形成する。基板9はその裏面周縁部がセラミックヒータ3の凹部15の傾斜面と線接触した状態で保持される。凹部15はその中心と半導体基板9との間隔が所定の距離となるように形成される。セラミックヒータ3は支持体29を介して当該セラミックヒータ3を上下に移動するための駆動機構25に接続されている。

【0020】セラミックヒータ3の内部には抵抗発熱型の発熱体26が埋設されており外部電源（図示せず）及び温度制御器30と接続されている。発熱体26は温度制御器30によってセラミックヒータ3を所望の温度（300℃から650℃）で加熱するよう制御される。発熱体26の素材としては高融点金属であるタングステンが好適である。

【0021】セラミックヒータ3の表面と発熱体26との間にはプラズマ放電電極を画成する網状またはメッシュ状の平坦な金属体27が埋設されている。好適には該金属体27は接地28されているが、高周波電源に接続されることもできる。金属体27の素材としては高融点金属であるタングステンが好適であるがモリブデンであってもよい。

【0022】反応室2内にあって、上記セラミックヒータ3と対向する位置にシャワーヘッド4が設置されている。該シャワーヘッドの下面12には反応ガスを基板9に噴出するための数千個の細孔（図示せず）が設けられている。当該シャワーヘッド4は好適には整合回路10を介して高周波発振器（8、8'）と電気的に接続されているが金属体27に高周波電源を接続する場合には接地されていてもよい。シャワーヘッド4は、プラズマ放電のもう一方の電極を画成する。高周波発振器（8、8'）は13.56MHz及び300～450kHzのそれぞれ異なる2つの高周波電力を発生する。これら2つの高周波電力は整合回路10内部で合成されシャワーヘッド4に供給される。シャワーヘッド4には反応ガスを導入するための反応ガス導入管11が接続されている。反応ガス導入管は反応ガスの種類に応じた数だけ設けることが可能であり、それらは一本のガス導入管に統合されてシャワーヘッドに接続される。反応ガス導入管11の一端は反応ガスを流し込むための反応ガス流入ポート5を画成し、他端はシャワーヘッドにガスを流出するための反応ガス流出ポート7を画成する。反応ガス導入管の途中には質量流量制御器（図示せず）及びバルブ6が設けられている。

【0023】反応室2の内部には排気口20が設けられており、該排気口20は配管17を通じて真空排気ポンプ（図示せず）に接続されている。排気口20と真空ポンプとの途中には反応室2内部の圧力を調節するためのコンダクタンス調整バルブ21が設けられている。該コンダクタンス調整バルブ21は外部の制御装置22に電気的に接続され

ている。好適には反応室2内部の圧力を測定するための圧力計23が設けられ、該圧力計23は制御装置22に電氣的に接続されている。

【0024】次に、セラミックヒータ3について詳説する。図2は図1で使用されるセラミックヒータ3を拡大したものである。本発明に係るセラミックヒータ3は好適には直径220mm〜250mmで厚さ15mm〜25mmの円柱形セラミック基板13から成り、基板保持面31には窪みから成る凹部15が設けられている。凹部15は基板保持面31の周辺部から中心部にかけて傾斜する傾斜面24から成る。好適には傾斜面24は曲率半径約51000mmの球の一部から成るがそれ以外の曲率半径の球を使用することもできる。半導体基板9はその裏面の周縁部16でのみセラミックヒータと接触する。したがって半導体基板9とセラミックヒータとの接触は線接触となる。半導体基板9と基板保持面31の中心との間の距離Aは0.05mm〜0.3mmであるが、好適には0.1mm〜0.2mmである。処理される基板の直径に応じて傾斜面24の曲率半径を変えることにより距離Aを所定に値に維持することが可能である。

【0025】セラミックヒータ3の表面周辺部には半導体基板9を包囲するようにリング状のリップ32が設けられている。リップ32の上端33と半導体基板9の表面は同じ高さとなるように形成されている。これはシャワーヘッドからのプラズマ電位を同電位とすることでいずれか一方へプラズマが集中するのを防止するためである。

【0026】セラミックヒータ3の内部には上記した発熱体26及び金属体27が埋設されている。高周波電極の一方を形成する金属体27は、基板保持面31と基板9との接触点から深さBの位置に埋設されている。深さBは0.5mm〜2mmであるが好適には0.7mm〜1.2mmである。

【0027】図3は本発明に係るセラミックヒータ3の他の実施例を示したものである。図2の実施例と異なる点は基板保持面31'が円錐形の窪み35から成る凹部15'を有する点である。半導体基板9はその裏面の周縁部16でのみセラミックヒータと接触する。半導体基板9と凹部15'の中心との距離Aは図2の実施例と同一である。

【0028】図4は本発明に係るセラミックヒータ3の他の実施例を示したものである。図2の実施例と異なる点は基板保持面31''が傾斜部36と平坦部37とから成る窪み39から成る凹部15''を有する点である。傾斜部36は好適には円錐面の一部であるが球面の一部でもよい。半導体基板9はその裏面の周縁部16でのみ傾斜部36と接触する。半導体基板9と平坦部37との距離Aは図2の実施例と同一である。この実施例によれば、半導体基板9の直径が300mm程度的大型基板の場合には、距離Aを小さくしても傾斜部36の傾斜を比較的大きくすることができる。

【0029】図5は本発明に係るセラミックヒータ3の他の実施例を示したものである。図5に記載のセラミックヒータ40は減圧熱CVD装置用に設計されたものである。したがって、プラズマ集中を防止するためのリップ

部が設けられていない。基板保持面31'''は好適には球面の窪みから成る凹部15'''を有する。凹部15'''は円錐面から成ることもできる。半導体基板9はその裏面の周縁部16でのみ基板保持面31'''と接触する。半導体基板9と凹部15'''との距離Aは図2の実施例と同一である。

【0030】

【実施例】以下、図1に示すプラズマCVD装置を使用して半導体基板上に窒化珪素膜を成膜した実験結果について説明する。

【0031】まず、セラミックヒータ3を抵抗発熱体26により600℃に保持し、半導体基板9を540℃から550℃に加熱した。配管5からSiH₄ガスとN₂ガスの混合ガスを導入しシャワーヘッド4より半導体基板9に向かって反応ガスを噴出した。反応室2の内部圧力は圧力計23により計測された圧力に基づき、コンダクタンス調整バルブ21の開度を制御装置22で制御することによって4〜9 Torrの範囲に一定に制御した。13.56MHzで400Wの高周波電力を整合回路10を通してシャワーヘッド4に印加し、シャワーヘッド4とセラミックヒータ3の間にプラズマ放電領域を形成した。

【0032】この実験の結果半導体基板表面に1分間で窒化珪素膜が100nm形成された。半導体基板をセラミックヒータ上に載置してから約20秒後に窒化珪素膜の形成が開始できた。半導体基板全体で膜厚のばらつきは±1.5%（最大値から最小値を減じその2分の1を平均値で除した値のパーセント表記）以下であり、本発明のセラミックヒータを使用することによって非常に均一な膜が形成されることがわかった。

【0033】

【効果】本発明に従う半導体基板保持装置によれば、半導体基板の裏面周縁部のみがセラミックヒータの凹部傾斜面と線接触することから熱は半導体基板の最外周部からのみ流入し中心方向へ移動するため、基板の反り若しくは歪みが生じることが無くなり、膜厚の均一な成膜処理を達成することができた。

【0034】また本発明に従う半導体基板保持装置によれば、半導体基板の裏面周縁部のみがセラミックヒータの凹部傾斜面と線接触することから基板の反り若しくは歪みが生じることが無く半導体基板の最外周部から中心方向へ熱が急速に移動するため、半導体基板を急速に所望の温度まで加熱し半導体製造装置の生産性を高めることができた。

【0035】さらに本発明に従う半導体製造装置によれば、半導体基板の裏面周縁部のみがセラミックヒータの凹部傾斜面と線接触すること及び表面周辺部にリップ部が形成されることから、半導体基板の脱落及びプラズマの異常放電が防止されプロセス的に安定な成膜処理を達成することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に従う基板保持装置を含むプラ

10

Fターム(参考) 4K030 AA06 BA40 CA04 FA01 GA01
KA23 KA30
5F045 AA03 AA08 AB30 AB32 AB33
AB39 AB40 BB08 BB11 EK09
EM02